

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-48318

(P2000-48318A)

(43) 公開日 平成12年2月18日 (2000.2.18)

(51) Int.Cl.

識別記号

F I

キーワード (参考)

G 1 1 B 5/31

G 1 1 B 5/31

D 5 D 0 3 3

C 5 D 0 3 4

K

5/39

5/39

審査請求 未請求 請求項の数13 F D (全10頁)

(21) 出願番号

特願平10-228529

(22) 出願日

平成10年7月30日 (1998.7.30)

(71) 出願人 000003067

ティーディーケー株式会社

東京都中央区日本橋1丁目13番1号

(72) 発明者 上島 聡史

東京都中央区日本橋一丁目13番1号ティー

ディーケー株式会社内

(74) 代理人 100074930

弁理士 山本 恵一

Fターム (参考) 5D033 BA07 BA12 BB43 CA01 DA04

DA08

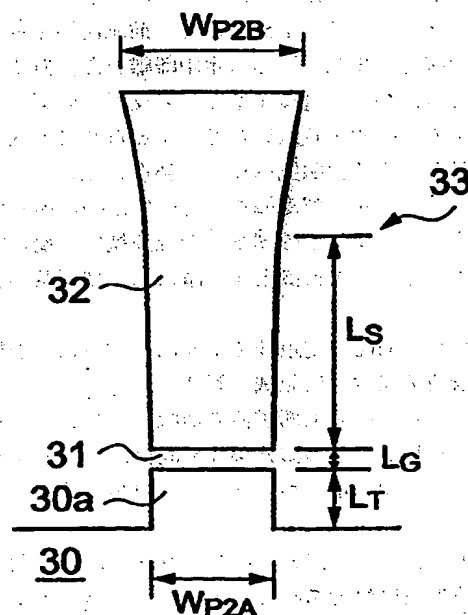
5D034 BA02 BA18 BB12 CA06

(54) 【発明の名称】 薄膜磁気ヘッド及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 狭トラック幅化及びオーバーライト特性の向上の両方を同時に達成できる薄膜磁気ヘッド及びその製造方法を提供する。

【解決手段】 記録ギャップを介して互いに対向する下部磁極及び上部磁極を含む記録ヘッド部を備えた薄膜磁気ヘッドであって、上部磁極は、記録ギャップ側の第1の端から少なくとも所定距離離れた位置まで等しい幅を有し、かつ記録ギャップの反対側の第2の端が第1の端の幅より広い幅を有している。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 記録ギャップを介して互に対向する下部磁極及び上部磁極を含む記録ヘッド部を備えた薄膜磁気ヘッドであって、前記上部磁極は、前記記録ギャップ側の第1の端から少なくとも所定距離離れた位置まで等しい幅を有し、かつ該記録ギャップの反対側の第2の端が前記第1の端の幅より広い幅を有していることを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項2】 前記上部磁極の幅は、前記所定距離離れた位置から前記第2の端までほぼ連続的に変化していることを特徴とする請求項1に記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項3】 前記下部磁極の前記記録ギャップ側の端が、前記上部磁極に対向する部分で凸状に突出しており、該突出部が前記第1の端の幅に等しい幅を有していることを特徴とする請求項1又は2に記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項4】 前記下部磁極の前記記録ギャップ側の端が、前記上部磁極に対向する部分を含めて平坦に形成されていることを特徴とする請求項1又は2に記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項5】 前記所定距離が $1\mu\text{m}$ であることを特徴とする請求項1から4のいずれか1項に記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項6】 磁気抵抗効果素子を備えた再生ヘッド部が前記記録ヘッド部と一体的に積層形成されていることを特徴とする請求項1から5のいずれか1項に記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項7】 下部磁極用の層を積層した後、記録ギャップ用の層を積層し、該記録ギャップ用の層上にコイルを形成すると共に上部磁極を形成する薄膜磁気ヘッドの製造方法であって、前記上部磁極を、前記記録ギャップ側の第1の端から少なくとも所定距離離れた位置まで等しい幅を有し、かつ該記録ギャップの反対側の第2の端が前記第1の端の幅より広い幅を有する形状に形成することを特徴とする薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項8】 前記上部磁極を、その幅が前記所定距離離れた位置から前記第2の端までほぼ連続的に変化するように形成することを特徴とする請求項7に記載の製造方法。

【請求項9】 前記所定距離を $1\mu\text{m}$ とすることを特徴とする請求項7又は8に記載の製造方法。

【請求項10】 前記上部磁極の形状を、フレームめっき法におけるレジストの露光条件を制御して形成することを特徴とする請求項7から9のいずれか1項に記載の製造方法。

【請求項11】 前記露光条件が、露光の焦点位置又は露光光学系の開口数であることを特徴とする請求項10に記載の製造方法。

【請求項12】 前記下部磁極の前記記録ギャップ側の端が、前記上部磁極に対向する部分で凸状に突出してお

り、該突出部が前記第1の端の幅に等しい幅を有する形状となるように、該上部磁極をマスクとして該下部磁極用の層をドライエッチングすることを特徴とする請求項7から11のいずれか1項に記載の製造方法。

【請求項13】 基板表面上に第1のシールド用の層を積層し、該第1のシールド用の層上にシールドギャップ用の層を介して磁気抵抗効果素子用の層を積層した後該磁気抵抗効果素子を形成し、次いで該磁気抵抗効果素子上にシールドギャップ用の層を介して前記下部磁極用の層を積層することを特徴とする請求項7から12のいずれか1項に記載の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、例えばハードディスク、フロッピーディスク等の磁気媒体に磁気記録を行うためのインダクティブ記録ヘッド部を有する薄膜磁気ヘッド及びその製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 インダクティブ記録ヘッド部は、ABS（浮上面）に露出した先端が記録ギャップを介して互に対向しており、後部においてヨークとして互いに接触している2つの磁極と、そのヨークの周囲に巻回されているコイルとから主として構成されている。

【0003】 図1及び図2は、従来のインダクティブ記録ヘッドにおける磁極のABS側から見た概略構造を表わす断面図である。

【0004】 図1において、10は下部磁極、11は記録ギャップ、12は上部磁極をそれぞれ示している。このインダクティブ記録ヘッドにおいては、上部磁極12の幅 $W_{P2}$ が記録ギャップ側においてもその反対側においても同一となるように形成されている。

【0005】 このような形状の上部磁極12を有するインダクティブ記録ヘッドは、磁極への磁束の流入に抵抗が生じるため、オーバーライト特性が比較的低くなってしまう。

【0006】 このような不都合を改善する構造として、図2に示すような形状の上部磁極を備えたインダクティブ記録ヘッドが存在する。同図において、20は下部磁極、21は記録ギャップ、22は上部磁極をそれぞれ示している。このヘッドは、上部磁極22の $W_{P2}$ が記録ギャップ側からその反対側に向かって徐々に大きくなっており、これによって磁束の流入側が広がるため、オーバーライト特性を向上させることができる。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、図2に示す従来のインダクティブ記録ヘッドによると、記録のための実効トラック幅がどうしても広がってしまうという問題が生じる。特に近年、磁気記録の高密度化に伴って磁気ヘッドのトラック幅をより狭くすることが要求されているため、このような実効トラック幅の広がりは大

きな問題である。

【0008】従って本発明の目的は、狭トラック幅化及びオーバーライト特性の向上の両方を同時に達成できる薄膜磁気ヘッド及びその製造方法を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、記録ギャップを介して互いに対向する下部磁極及び上部磁極を含む記録ヘッド部を備えた薄膜磁気ヘッドであって、上部磁極は、記録ギャップ側の第1の端から少なくとも所定距離離れた位置まで等しい幅を有し、かつ記録ギャップの反対側の第2の端が第1の端の幅より広い幅を有している薄膜磁気ヘッドが提供される。

【0010】上部磁極が、ABS方向から見た形状として、記録ギャップの反対側の第2の端が記録ギャップ側の第1の端の幅より広い幅を有する形状となっているので、磁束の入口側の幅が広くなりかつ出口側の幅が狭くなることとなり、オーバーライト特性が大幅に向上する。しかも、記録ギャップ側の第1の端から少なくとも所定距離離れた位置まで等しい幅を有しているため、磁気ヘッドの実効トラック幅が広がってしまうような都合がなくなる。

【0011】上部磁極の幅は、所定距離離れた位置から第2の端までほぼ連続的に変化していることが好ましい。

【0012】ABS方向から見た形状として、下部磁極の記録ギャップ側の端が、上部磁極に対向する部分で凸状に突出しており、この突出部が第1の端の幅に等しい幅を有していることも好ましい。

【0013】ABS方向から見た形状として、下部磁極の記録ギャップ側の端が、上部磁極に対向する部分を含めて平坦に形成されていることも好ましい。

【0014】所定距離が $1\mu\text{m}$ であることが好ましい。

【0015】磁気抵抗効果(MR)素子を備えた再生ヘッド部が記録ヘッド部と一体的に積層形成されていることも好ましい。

【0016】本発明によれば、さらに、下部磁極用の層を積層した後、記録ギャップ用の層を積層し、この記録ギャップ用の層上にコイルを形成すると共に上部磁極を形成する薄膜磁気ヘッドの製造方法であって、上部磁極を、記録ギャップ側の第1の端から少なくとも所定距離離れた位置まで等しい幅を有し、かつ記録ギャップの反対側の第2の端が第1の端の幅より広い幅を有する形状に形成する薄膜磁気ヘッドの製造方法が提供される。

【0017】上部磁極を、その幅が所定距離離れた位置から第2の端までほぼ連続的に変化するように形成することが好ましい。

【0018】所定距離を $1\mu\text{m}$ とすることが好ましい。

【0019】上部磁極の形状を、フレームめっき法におけるレジストの露光条件を制御して形成することも好ま

しい。その露光条件は、露光の焦点位置又は露光光学系の開口数であるかもしれない。

【0020】下部磁極の記録ギャップ側の端が、上部磁極に対向する部分で凸状に突出しており、この突出部が第1の端の幅に等しい幅を有する形状となるように、上部磁極をマスクとして下部磁極用の層をドライエッチングすることも好ましい。

【0021】基板表面上に第1のシールド用の層を積層し、第1のシールド用の層上にシールドギャップ用の層を介してMR素子用の層を積層した後MR素子を形成し、次いでMR素子上にシールドギャップ用の層を介して下部磁極用の層を積層することも好ましい。

【0022】

【発明の実施の形態】図3は本発明の一実施形態におけるインダクティブ記録ヘッド部についてABS側から見た形状を概略的に示す図である。

【0023】同図において、30は下部磁極、31は記録ギャップ、32は上部磁極、30aは下部磁極30の凸状の突出部をそれぞれ示している。上部磁極32の下端は、記録ギャップ31を介して下部磁極30の突出部30aの上端に対向している。突出部30aは、幅 $W_{P2A}$ を有しており、上部磁極32もその下端から所定距離 $L_S$ の位置33までこの幅 $W_{P2A}$ に等しい幅を有している。上部磁極32の幅は、この位置33から徐々に曲線状に大きくなりその上端では、幅 $W_{P2B}$ となっている。単なる一例として、各数値は次の通りである。 $W_{P2A} = 0.9\mu\text{m}$ 、 $W_{P2B} = 1.5\mu\text{m}$ 、 $L_G = 0.3\mu\text{m}$ 、 $L_T = 0.5\mu\text{m}$ 。ただし、 $L_G$ は記録ギャップ長、 $L_T$ は突出部30aの長さである。所定距離(以下、等幅部分長さと呼ぶ)  $L_S$ は後述するように、 $L_S \geq 1.0\mu\text{m}$ に設定される。

【0024】上部磁極は、図3に示したようにその幅が位置33から徐々に曲線状に大きくなる形状の他に、図4に示すように上部磁極の下端から所定距離 $L_S$ の位置43から徐々に直線的に大きくなる形状であってもよい。図4において、40は下部磁極、41は記録ギャップ、42は上部磁極、40aは下部磁極40の突出部をそれぞれ示しており、上部磁極42の下端は、記録ギャップ41を介して下部磁極40の突出部40aの上端に対向している。突出部40aは、幅 $W_{P2A}$ を有しており、上部磁極42もその下端から所定距離 $L_S$ の位置43までこの幅 $W_{P2A}$ に等しい幅を有している。上部磁極42の幅は、この位置43から徐々に直線状に大きくなりその上端では、幅 $W_{P2B}$ となっている。

【0025】図5は、図3の実施形態における薄膜磁気ヘッドの製造方法を説明する工程図であり、磁気ヘッドのトラックの中心を通る平面による断面図及びABS方向から見た断面図をそれぞれ示している。なお、本実施形態は、インダクティブ記録ヘッド部とMR再生ヘッド部とが一体的に積層形成されている複合型薄膜磁気ヘッ

ドの場合である。ただし、本発明が、インダクティブ記録ヘッド部のみが設けられている薄膜磁気ヘッドについても適用可能であることはいうまでもない。

【0026】まず、AlTiC等のセラミック材料による図示しない基板上に、絶縁層50を積層する。この絶縁層50は、 $Al_2O_3$ 、 $SiO_2$ 等の絶縁材料を、スパッタ法等で好ましくは1000~20000nm程度の層厚に形成する。

【0027】次いで、その上に下部シールド51用の層を積層し、さらにその上にシールドギャップ用の絶縁層52を積層する。下部シールド51用の層は、FeAlSi、NiFe、CoFe、CoFeNi、FeN、FeZrN、FeTa<sub>2</sub>N、CoZrNb、CoZrTa等の材料を、スパッタ法又はめっき法等で好ましくは100~5000nm程度の層厚に形成する。シールドギャップ用の絶縁層52は、 $Al_2O_3$ 、 $SiO_2$ 等の絶縁材料を、スパッタ法等で好ましくは10~200nm程度の層厚に形成する。

【0028】次いで、絶縁層52上のMR素子53を形成し、このMR素子53の両端に電氣的に接続されるようにリード導体54を形成する。MR素子53は、磁性体の単層構造としてもよいが、磁性層及び非磁性層を交互に積層した多層構造とすることが好ましい。磁性層の材料としては、NiFe、NiFeRh、FeMn、NiMn、Co、Fe、NiO、NiFeCr等が好ましく、非磁性層の材料としては、Ta、Cu、Ag等が好ましい。また、多層構造として、例えばNiFeRh/Ta/NiFeの三層構造、NiFe/Cu/NiFe/FeMn、NiFe/Cu/Co/FeMn、Cu/Co/Cu/NiFe、Fe/Cr、Co/Cu、Co/Ag等の複数層構造を1ユニットとして複数ユニットを積層した構造としてもよい。多層構造の場合、磁性層の層厚は、0.5~50nm、特に1~25nmとすることが好ましく、非磁性層の層厚も、0.5~50nm、特に1~25nmとすることが好ましい。上述のユニットの繰り返し積層数は、1~30回、特に1~20回が好ましい。MR素子53全体としての層厚は、5~1000nm、特に10~60nmであることが好ましい。MR素子用の層を積層するには、スパッタ法、めっき法等が用いられる。リード導体54は、W、Cu、Au、Ag、Ta、Mo、CoPt等の導電性材料をスパッタ法、めっき法等で10~500nm、特に50~3000nm程度の層厚に形成することが好ましい。

【0029】次いで、MR素子53及びリード導体54上に、シールドギャップ用の絶縁層55を積層する。この絶縁層55は、 $Al_2O_3$ 、 $SiO_2$ 等の絶縁材料を、スパッタ法等で、5~500nm、好ましくは10~200nm程度の層厚に形成する。

【0030】以上述べたMR再生ヘッド部の各層は、レジストパターンを用いた一般的なリフトオフ法やミリン

グ法又はこれらを併用した方法でパターンニングされる。

【0031】次いで、MR素子53の上部シールドを兼用する記録ヘッド部の下部磁極56用の磁性層を積層し、その上に記録ギャップ57用の絶縁層を積層する。下部磁極56用の層は、NiFe、CoFe、CoFeNi、FeN等の軟磁性材料を、めっき法、スパッタ法等で好ましくは500~4000nm程度の層厚に形成する。記録ギャップ57用の絶縁層は、 $Al_2O_3$ 、 $SiO_2$ 等の材料を、スパッタ法等で、10~500nm程度の層厚に形成する。

【0032】その後、記録ギャップ57上に、コイル58及びこのコイル58を取り囲む絶縁層59を形成する。コイル58は、Cu等の導電性材料を、フレームめっき法等で、2000~5000nm程度の厚さに形成する。絶縁層59は、フォトリソ材料を熱硬化させて、3000~20000nm程度の層厚に形成する。

【0033】以上の工程を経て得た層構造が、図5(A)に示されている。なお、コイル58は、同図に示す用に2層であってもよいし、3層以上であっても、また、単層であってもよい。

【0034】次いで、図5(B)に示すように、このように形成した絶縁層59上に、ABS側の磁極部と後側のヨーク部とを有する上部磁極60をフレームめっき法で形成する。上部磁極60は、NiFe、CoFe、CoFeNi、FeN等の軟磁性材料を、好ましくは3000~5000nm程度の層厚に形成する。この際、上部磁極60の磁極部のABS側から見た形状が、図3又は図4のごとく形成される。

【0035】以下、このような形状の上部磁極60を形成するためのフレームめっき法について説明する。図6は、本実施形態におけるフレームめっき法による上部磁極の形成工程を詳しく説明する工程図である。

【0036】図6(A)に示す記録ギャップ57上に、図6(B)に示すように、Cu、NiFe、Au等の好ましくはめっきすべき層と同様の成分による低抵抗膜61を、10~500nm程度の膜厚で成膜する。

【0037】次いで、図6(C)に示すように、低抵抗膜61上にレジスト62を塗布する。この際、レジスト62の層厚が、めっき層の厚みよりも厚くなるようにする。次いで、図6(D)に示すように、マスクパターンを露光してこのレジスト62に転写し、現像する。このマスクパターンに関するレジスト62の露光条件を、本実施形態では適宜制御して図3又は図4のごとき形状を得ているのである。図7は、その露光条件として露光の焦点位置を変えることによって、レジスト62のパターン形状が制御されることを示す図である。

【0038】図7において、縦軸の数値はレジストの高さ[μm]を示しており、また、斜線部分は現像後に残るレジスト部分を示している。また、図7(A)は焦点位置を基板表面から高さ5.0μmの位置とした場合、

図7 (B) は焦点位置を高さ  $4.0 \mu\text{m}$  の位置とした場合、図7 (C) は焦点位置を高さ  $3.0 \mu\text{m}$  の位置とした場合、図7 (D) は焦点位置を高さ  $2.0 \mu\text{m}$  の位置とした場合、図7 (E) は焦点位置を高さ  $1.0 \mu\text{m}$  の位置とした場合、図7 (F) は焦点位置を高さ  $0.0 \mu\text{m}$  の位置とした場合をそれぞれ示している。

【0039】図7からも明らかのように、マスクパターンに関するレジスト62の露光の焦点位置を制御することにより、所望のレジスト形状を得ることが可能となる。なお、以上は、露光条件として露光の焦点位置を制御する例について説明したが、露光光学系の開口数を制御しても同様の効果を得ることが可能である。

【0040】次いで、図6 (E) に示すように、このようにパターンニングされたレジスト62を用いてNiFe、CoFe、CoFeNi、FeN等の軟磁性材料をめっきして上部磁極60を得る。その後、図6 (F) に示すように、有機溶剤等を用いて、レジスト62を剥離する。

【0041】なお、上部磁極60は、フレームめっき法の代わりに、スパッタ法とミリング法とを組み合わせたドライプロセスで形成することも可能である。

【0042】次いで、図5 (C) に示すように、このようにして形成した上部磁極60をマスクとして、イオンミリング、RIE (反応性イオンエッチング) 等のドライエッチングを行い、前述の低抵抗膜61及び記録ギャップ57用の絶縁層のマスクに覆われていない部分を除去し、さらに下部磁極56用の磁性層の途中までマスクに覆われていない部分を除去する。

【0043】これにより、図5 (D) に示すように、上部磁極60の下端に、記録ギャップ57を介して対向しかつ同じ幅を有する突出部56aが下部磁極56に形成される。次いで、パッドバンプ等を形成した後、保護層63を積層する。この保護層63は、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{SiO}_2$ 等の絶縁材料を、スパッタ法等で、 $5 \sim 50.0 \text{ nm}$ 、好ましくは $50.00 \sim 5000.0 \text{ nm}$ 程度の層厚に形成する。

【0044】図3に関連して説明したように、本実施形態によれば、上部磁極32 (60) はその下端から等幅部分長さ $L_s$ だけ幅 $W_{P2A}$ を有しており、この上部磁極32 (60) の幅は、その後上方に向かって徐々に曲線状に大きくなりその上端では、この幅 $W_{P2A}$ より大きい幅 $W_{P2B}$ となっている。この等幅部分長さ $L_s$ を、 $L_s \geq 1.0 \mu\text{m}$ に設定すると、ヘッドの実効トラック幅は広がらない。図8は、上部磁極のこの等幅部分長さ $L_s$ と実効トラック幅との関係を示す特性図である。これ

は、上部磁極及び下部磁極寸法を、 $W_{P2A} = 0.9 \mu\text{m}$ 、 $W_{P2B} = 1.5 \mu\text{m}$ 、 $L_G = 0.3 \mu\text{m}$ 、 $L_T = 0.5 \mu\text{m}$ とした場合の特性である。また、図9は、トラック幅とオーバーライト特性との関係を示す特性図である。

【0045】図8から明らかのように、等幅部分長さ $L_s$ が $1.0 \mu\text{m}$ 以上の場合、実効トラック幅が $1.0 \mu\text{m}$ に維持されているが、等幅部分長さ $L_s$ がこれより短くなると、実効トラック幅は急激に広がってしまう。

【0046】図9からわかるように、本実施形態の磁気ヘッドは、上部磁極の上端の幅が広がっているため、トラック幅が小さくなった場合にも良好なオーバーライト特性を維持できるが、従来の上部磁極が全て等幅の磁気ヘッドではトラック幅が小さくなると、オーバーライト特性が大幅に悪化してしまう。

【0047】従って、本実施形態によれば、上部磁極の上端の幅 $W_{P2B}$ をその下端の幅 $W_{P2A}$ より大きくすると共に、等幅部分長さ $L_s$ を $1.0 \mu\text{m}$ 以上とすることによって、狭トラック幅化及びオーバーライト特性の向上の両方を同時に達成することができる。

【0048】図10は、本発明の他の実施形態における薄膜磁気ヘッドの製造方法を説明する工程図であり、磁気ヘッドのトラックの中心を通る平面による断面図及びABS方向から見た断面図をそれぞれ示している。本実施形態も、インダクティブ記録ヘッド部とMR再生ヘッド部とが一体的に積層形成されている複合型薄膜磁気ヘッドの場合である。

【0049】図3の実施形態では、下部磁極が上部磁極の下端と対向する部分に凸状の突出部30aを有しているが、本実施形態では、下部磁極の上端は平坦な形状となっている。

【0050】本実施形態において、基板上の絶縁層50、下部シールド51、シールドギャップ用の絶縁層52、MR素子53、リード導体54、シールドギャップ用の絶縁層55、下部磁極100用の磁性層、記録ギャップ57用の絶縁層、コイル58及びこのコイル58を取り囲む絶縁層59を形成するまでの製造工程は、図5に述べたものと全く同様である。この状態の層構造が、図10 (A) に示されている。

【0051】次いで、図10 (B) に示すように、このように形成した絶縁層59上に、ABS側の磁極部と後側のヨーク部とを有する上部磁極60をフレームめっき法で形成する。この上部磁極60の形成も、図5に述べたものと全く同様である。

【0052】本実施形態では、その後、下部磁極100までのミリングを行うことなく、図10 (C) に示すように、パッドバンプ等を形成し、保護層63を積層する。従って、本実施形態では、下部磁極100の上端は平坦な形状となることを除いて、図3の実施形態の場合とほぼ同じ工程を行う。

【0053】本実施形態における、その他の構成、作用効果及び変更態様等は、図3の実施形態の場合とほぼ同様である。

【0054】図11は、本発明のさらに他の実施形態における薄膜磁気ヘッドの製造方法を説明する工程図であ

り、磁気ヘッドのトラックの中心を通る平面による断面図及びABS方向から見た断面図をそれぞれ示している。本実施形態も、インダクティブ記録ヘッド部とMR再生ヘッド部とが一体的に積層形成されている複合型薄膜磁気ヘッドの場合である。

【0055】図3の実施形態では、上部磁極の磁極部とヨーク部とが同じフレームめっき工程で同時に形成されているが、本実施形態では、磁極部とヨーク部とが別個の工程で形成される。

【0056】本実施形態において、基板上の絶縁層50、下部シールド51、シールドギャップ用の絶縁層52、MR素子53、リード導体54、シールドギャップ用の絶縁層55、下部磁極56用の磁性層及び記録ギャップ57用の絶縁層を形成するまでの製造工程は、図5に述べたものと全く同様である。この状態の層構造が、図11(A)に示されている。

【0057】次いで、図11(B)に示すように、記録ギャップ57用の絶縁層上に、スロートハイトを決めるための絶縁層110を形成する。ただし、この絶縁層110は必ずしも形成しなくともよい。

【0058】次いで、図11(C)に示すように、上部磁極の磁極部111a及びヨーク後端部111bをフレームめっき法で形成する。この工程も上部磁極の磁極部111a及びヨーク後端部111bのみを形成する点を除いて、図5に述べたものと全く同様である。

【0059】その後、図11(D)に示すように、このようにして形成した上部磁極の磁極部111aをマスクとして、イオンミリング、RIE(反応性イオンエッチング)等のドライエッチングを行い、フレームめっき工程で用いた低抵抗膜及び記録ギャップ57用の絶縁層のマスクに覆われていない部分を除去し、さらに下部磁極56用の磁性層の途中までマスクに覆われていない部分を除去する。

【0060】これにより、図11(E)に示すように、上部磁極の磁極部111aの下端に、記録ギャップ57を介して対向しかつ同じ幅を有する突出部56aが下部磁極56に形成される。次いで、例えば $Al_2O_3$ 等の材料により、平坦化用の非磁性絶縁層112を形成し、上部磁極の磁極部111a及びヨーク後端部111bが所定の高さとなるまで研磨して平坦化する。

【0061】次いで、図11(F)に示すように、絶縁層112上に、図5の場合と同様に、コイル113及びこのコイル113を取り囲む絶縁層114を形成し、さらに、その上に上部磁極のヨーク部115を形成する。このヨーク部115は、先に形成した上部磁極の磁極部111a及びヨーク後端部111bと一体化されて最終的に上部磁極となる。

【0062】ヨーク部115の前端(ABS側端)は、図11(F)に示すように、磁極部111a上に補助磁極部115aとして接続するように形成され、その幅が

磁極部111aの上端の幅以上に形成される。補助磁極部115aは、その前端(ABS側)をABS側端まで形成しない方が好ましい。ABS側端まで形成する場合、補助磁極部115aのABS側から見た形状を、その幅が磁極部111aの上端の幅から連続的に広がるように形成することも好ましい。

【0063】次いで、図11(G)に示すように、パッドパンプ等を形成し、保護層116を積層する。

【0064】本実施形態における、その他の構成、作用効果及び変態様等は、図3の実施形態の場合とほぼ同様である。

【0065】図12は、本発明のまたさらに他の実施形態における薄膜磁気ヘッドの製造方法を説明する工程図であり、磁気ヘッドのトラックの中心を通る平面による断面図及びABS方向から見た断面図をそれぞれ示している。本実施形態も、インダクティブ記録ヘッド部とMR再生ヘッド部とが一体的に積層形成されている複合型薄膜磁気ヘッドの場合である。

【0066】図11の実施形態では、下部磁極が上部磁極の下端と対向する部分に凸状の突出部56aを有しているが、本実施形態では、下部磁極の上端は平坦な形状となっている。

【0067】本実施形態において、基板上の絶縁層50、下部シールド51、シールドギャップ用の絶縁層52、MR素子53、リード導体54、シールドギャップ用の絶縁層55、下部磁極120用の磁性層、記録ギャップ57用の絶縁層、上部磁極の磁極部111a及びヨーク後端部111bを形成するまでの製造工程は、図11に述べたものと全く同様である。この状態の層構造が、図12(C)に示されている。

【0068】本実施形態では、その後、下部磁極120までのミリングを行うことなく、図12(D)に示すように、平坦化用の非磁性絶縁層112を形成し、上部磁極の磁極部111a及びヨーク後端部111bが所定の高さとなるまで研磨して平坦化する。

【0069】以後、図11(F)及び(G)と同様な工程により、コイル113及びこのコイル113を取り囲む絶縁層114を形成し、さらに、その上に上部磁極のヨーク部115を形成し、その後、パッドパンプ等を形成し、保護層116を積層する。この工程が、図12(E)及び(F)に示されている。即ち、本実施形態では、下部磁極120の上端が平坦な形状となることを除いて、図11の実施形態の場合とほぼ同じ工程を行う。

【0070】本実施形態における、その他の構成、作用効果及び変態様等は、図3の実施形態の場合とほぼ同様である。

【0071】以上述べた実施形態は全て本発明を例示的に示すものであって限定的に示すものではなく、本発明は他の種々の変形態様及び変態様で実施することができ、従って本発明の範囲は特許請求の範囲及びその均

等範囲によってのみ規定されるものである。

#### 【0072】

【発明の効果】以上詳細に説明したように本発明によれば、上部磁極が、A・B・S方向から見た形状として、記録ギャップの反対側の第2の端が記録ギャップ側の第1の端の幅より広い幅を有する形状となっているので、磁束の入口側の幅が広くなりかつ出口側の幅が狭くなることとなり、オーバーライト特性が大幅に向化する。しかも、記録ギャップ側の第1の端から少なくとも所定距離離れた位置まで等しい幅を有しているので、磁気ヘッドの実効トラック幅が広がってしまうような不都合がなくなる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】従来の一般的なインダクティブ記録ヘッド部についてA・B・S側から見た形状を概略的に示す図である。

【図2】従来の他のインダクティブ記録ヘッド部についてA・B・S側から見た形状を概略的に示す図である。

【図3】本発明の一実施形態におけるインダクティブ記録ヘッド部についてA・B・S側から見た形状を概略的に示す図である。

【図4】図3の実施形態の変更態様におけるインダクティブ記録ヘッド部についてA・B・S側から見た形状を概略的に示す図である。

【図5】図3の実施形態における薄膜磁気ヘッドの製造方法を説明する工程図である。

【図6】図3の実施形態におけるフレームめっき法による上部磁極の形成工程を詳しく説明する工程図である。

【図7】露光の焦点位置を変えることによって、レジストのパターン形状が制御されることを示す図である。

【図8】上部磁極の等幅部分長さ $L_s$ と実効トラック幅との関係を示す特性図である。

【図9】図3の実施形態におけるトラック幅とオーバーライト特性との関係を示す特性図である。

【図10】本発明の他の実施形態における薄膜磁気ヘッドの製造方法を説明する工程図である。

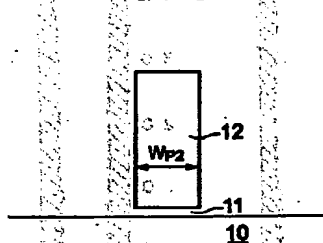
【図11】本発明のさらに他の実施形態における薄膜磁気ヘッドの製造方法を説明する工程図である。

【図12】本発明のまたさらに他の実施形態における薄膜磁気ヘッドの製造方法を説明する工程図である。

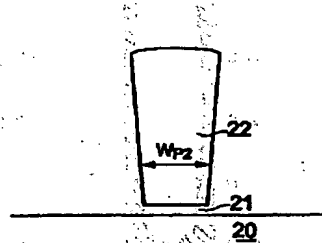
#### 【符号の説明】

- 30、40、56、100、120 下部磁極
- 30a、40a、56a 突出部
- 31、41、57 記録ギャップ
- 32、42、60 上部磁極
- 50、59、110、112、114 絶縁層
- 51 下部シールド
- 52、55 シールドギャップ用の絶縁層
- 53 MR素子
- 54 リード導体
- 58、113 コイル
- 61 低抵抗膜
- 62 レジスト
- 63、116 保護層
- 111a 磁極部
- 111b ヨーク後端部
- 115 ヨーク部
- 115a 補助磁極部

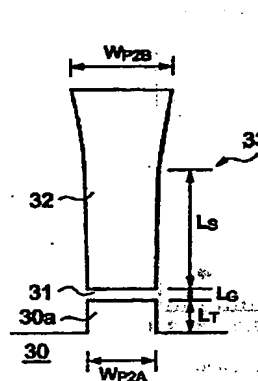
【図1】



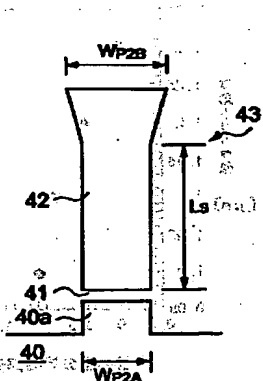
【図2】



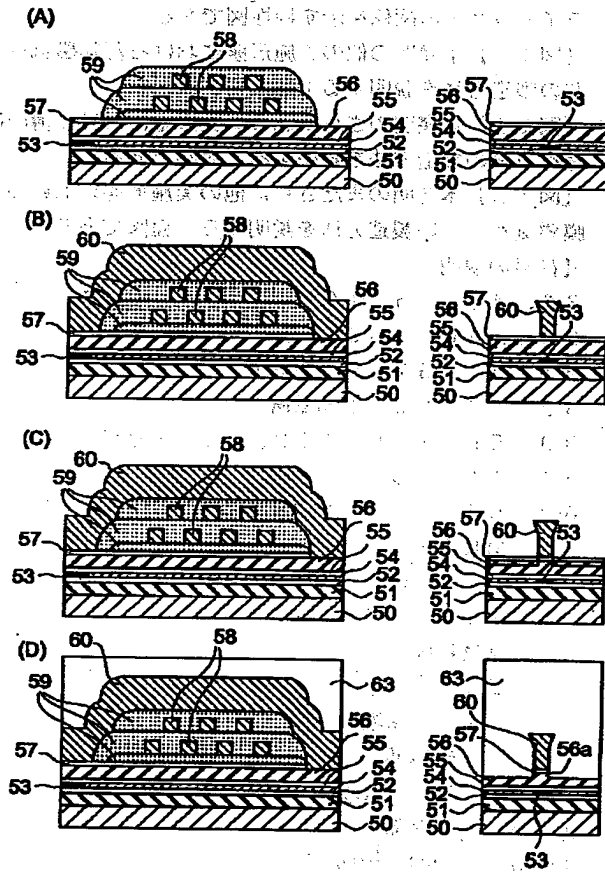
【図3】



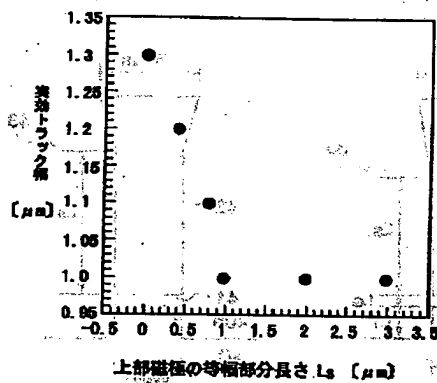
【図4】



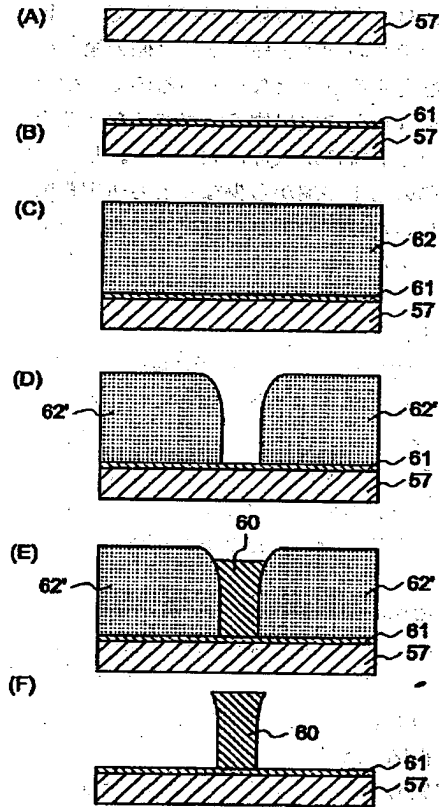
【図5】



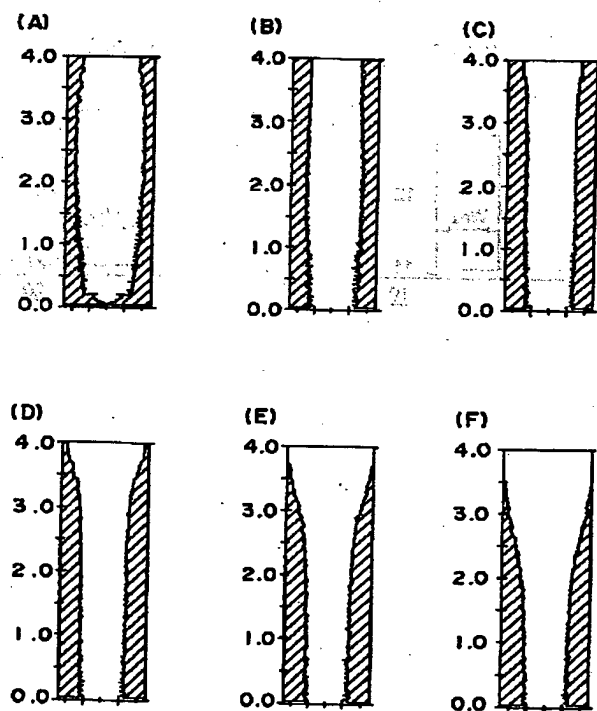
【図8】



【図6】

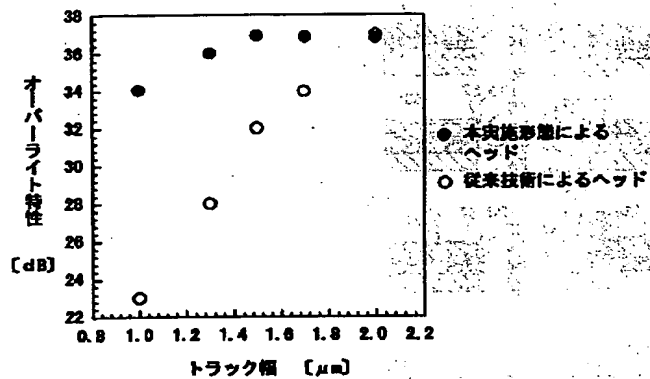


【図7】

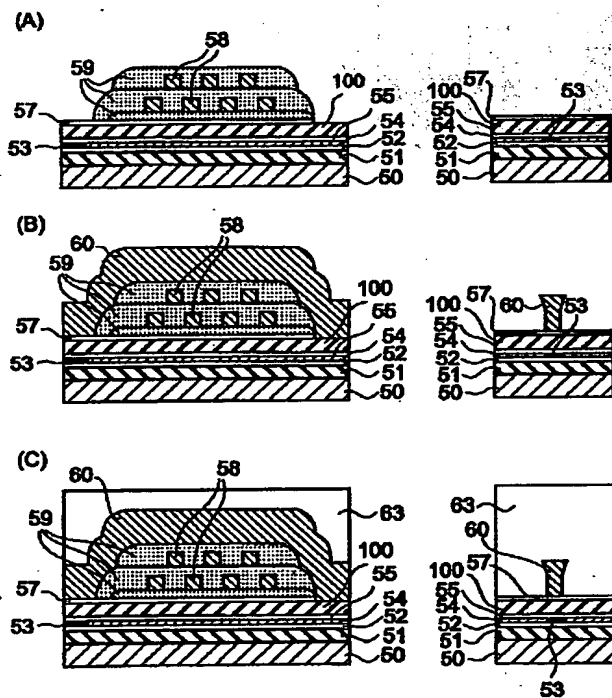




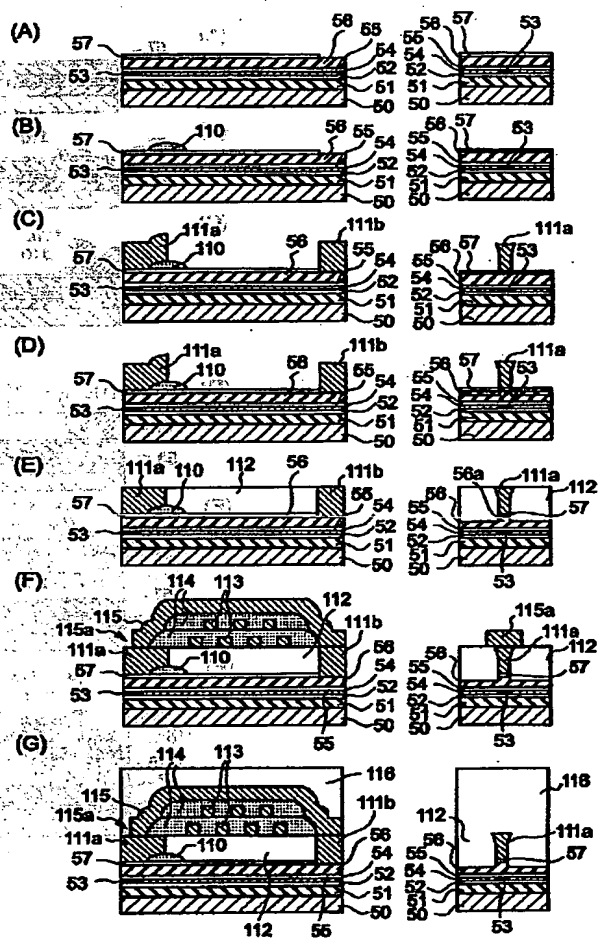
【図9】



【図10】



【図11】



【図12】

